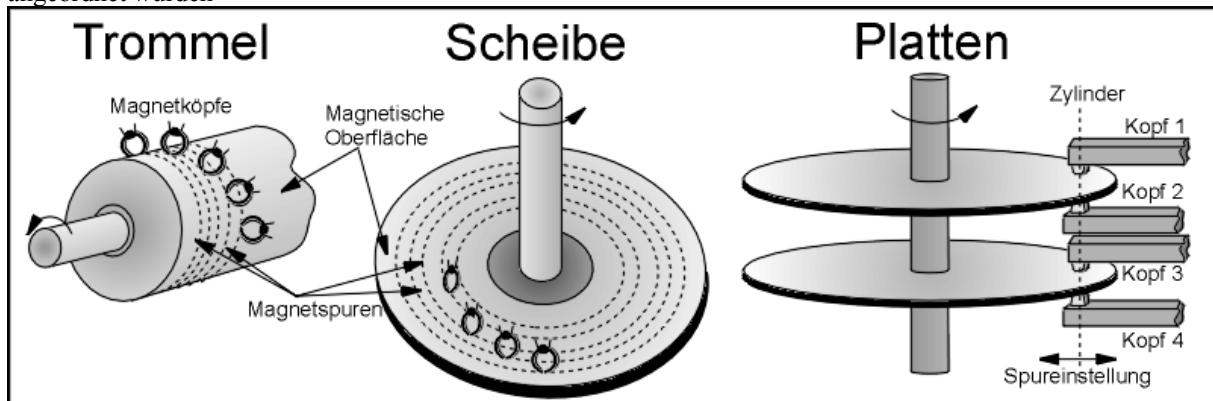


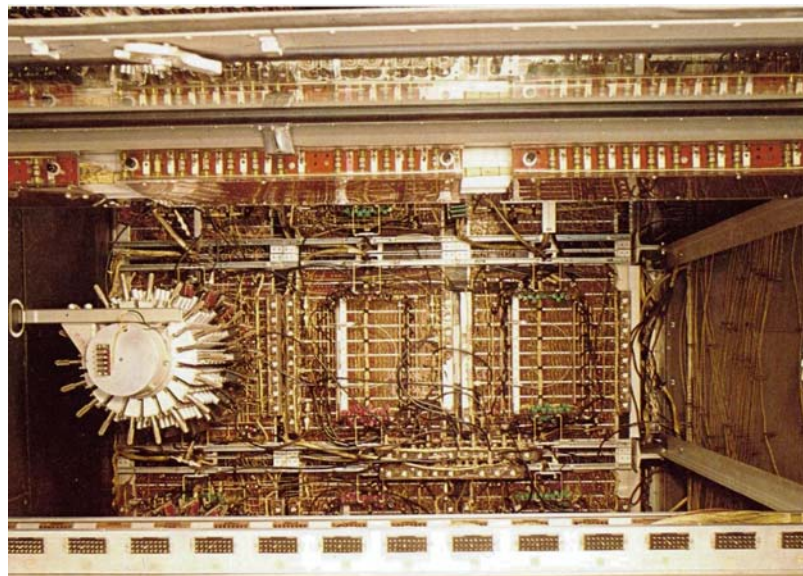
Rotierende magnetische Medien

Zu Beginn entstanden Trommelspeicher, dann ging es zu Scheibenspeicher über, die alsbald in mehreren Ebenen angeordnet wurden

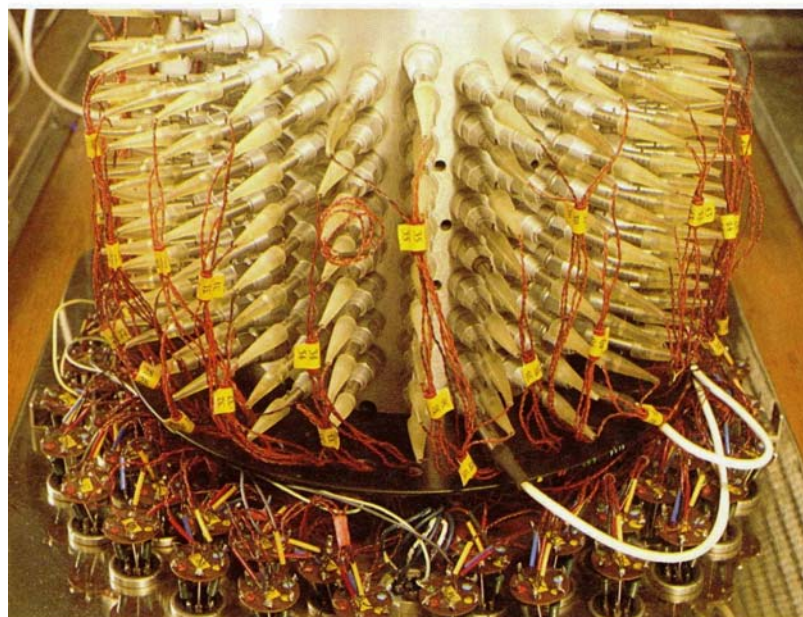


trommel.cdr h. volz 8.5.95

Typische Bilder aus dieser Zeit sind, Patentstreit um Trommelspeicher hat 40 Jahre gedauert



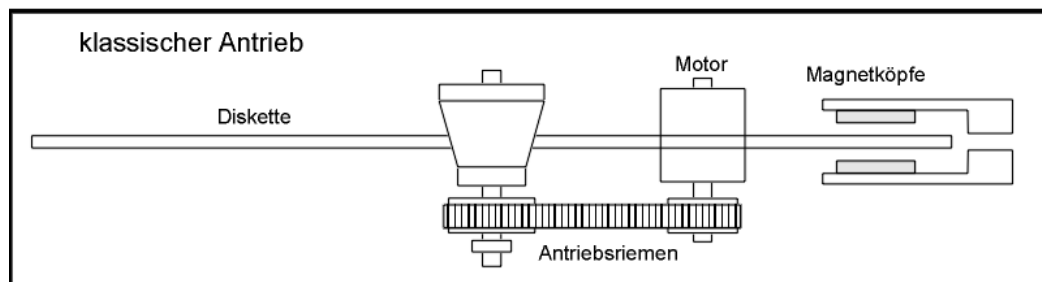
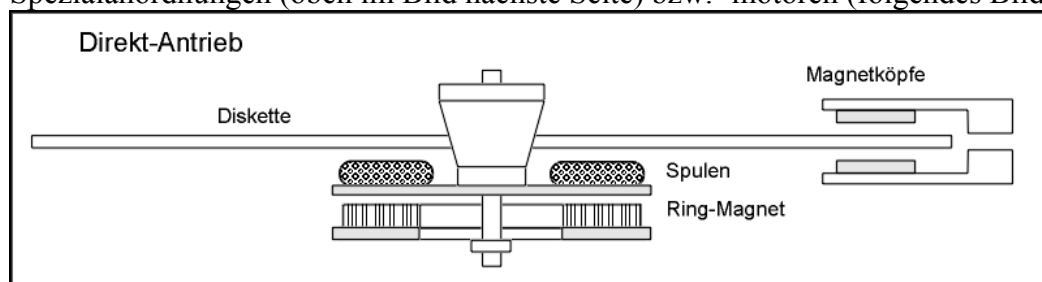
oben 90° gedreht
Univac von 1956,
unten Wirbelwind
1958



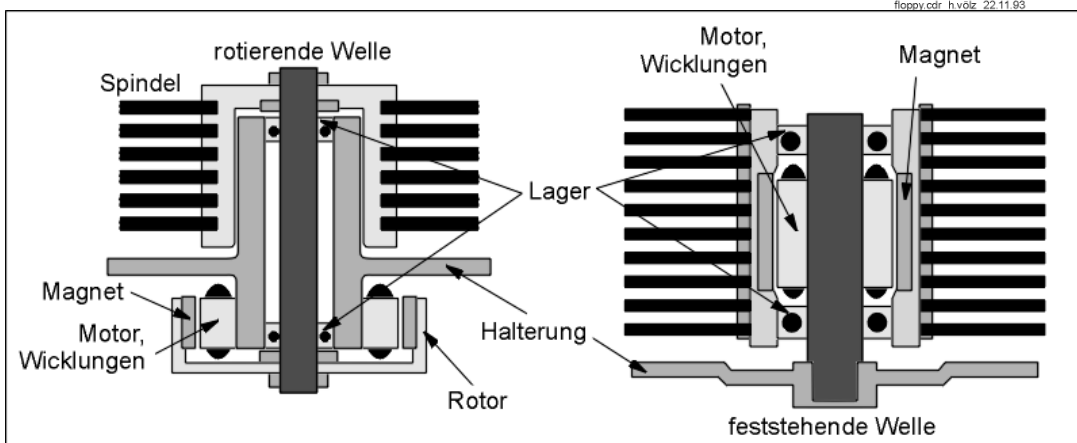
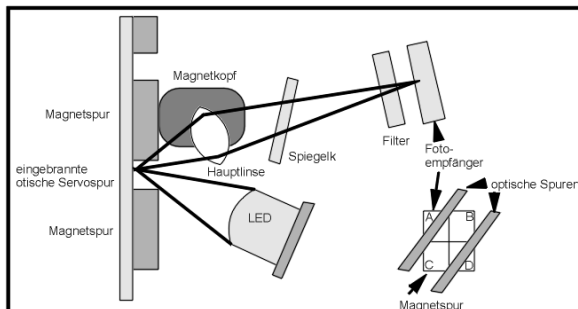
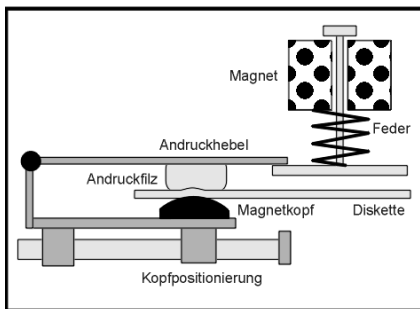
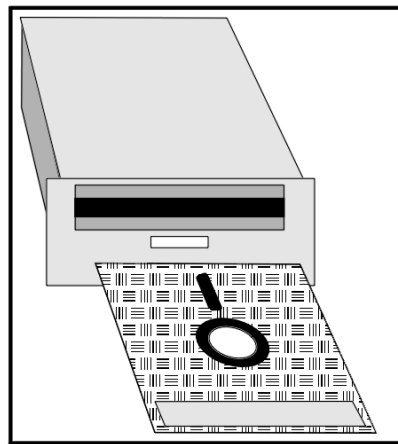
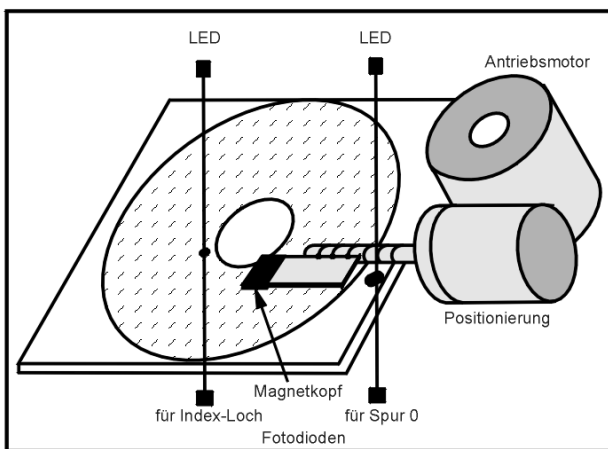
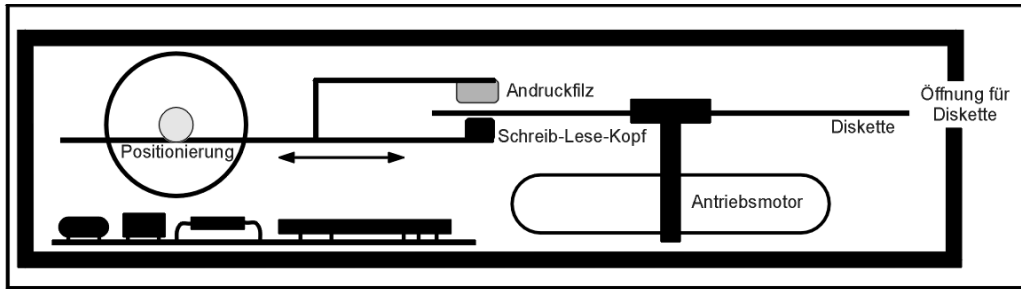
Für die Entwicklung aller rotierenden magnetische Speichertechnik gilt die folgende Tabelle

Rotation <i>Antriebsmotor</i>	➤ störendes Magnetfeld ➤ gleichmäßige Rotation oder gleichbleibender Weg
Positionierung <i>Kopf auf die Spuren</i>	➤ Problem des genauen Wiederfindens • fest mechanisch • Spur geregelt, z.B. ▪ optisch ▪ Hilfsspuren ▪ Servoplatte ▪ Servoinformation ➤ Anfangszählung, z.B. Indexloch oder in der Servoinformation
Kopfkontakt <i>Abstand verringert Speicherdichte</i>	➤ Fester Abstand ➤ Andruckmechanik ➤ Aerodynamik • fliegend (Festplatte) • zusätzlicher Druck • Bernoulliprinzip ➤ Gleitmittel
Längsspeicherdichte	➤ Kopftypen, z.B. • induktiv, • magnetoresistiv, • Licht? ➤ Zonerecording ➤ Spiralspur ➤ Signalcodierung
Speicherschutz	➤ Festes Gehäuse ➤ Hülle für Wechselmedien (u.a. Floppy) ➤ Winchester-typ (Reinluft)
Verschleißsicherheit	➤ Kopfkontakt ➤ gleitende, reibende Elemente ➤ nur Kugellager ➤ Start-Landeplatz des Kopfes

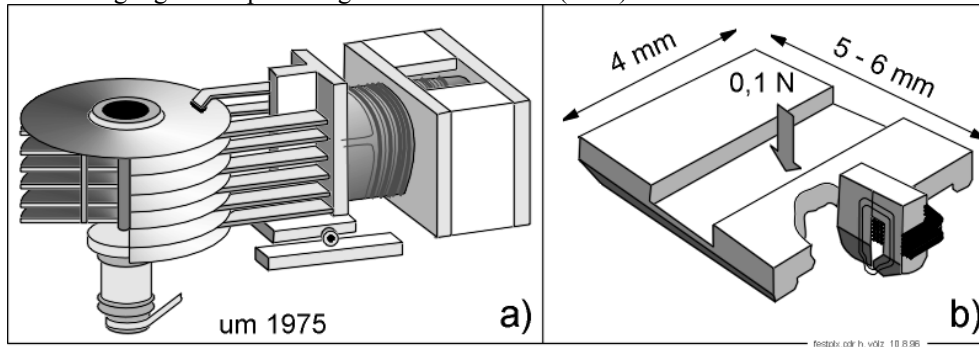
Erst relativ spät kam die Diskette. Ihren Aufbau zeigt Bild nächste Seite in der Mitte. Typische Kennzeichen sind auswechselbar, Antrieb der Diskette und des Kopfes. Die Antriebe können Probleme durch magnetische Störfelder bringen. Daher waren Spezialanordnungen (oben im Bild nächste Seite) bzw. -motoren (folgendes Bilderforderlich.



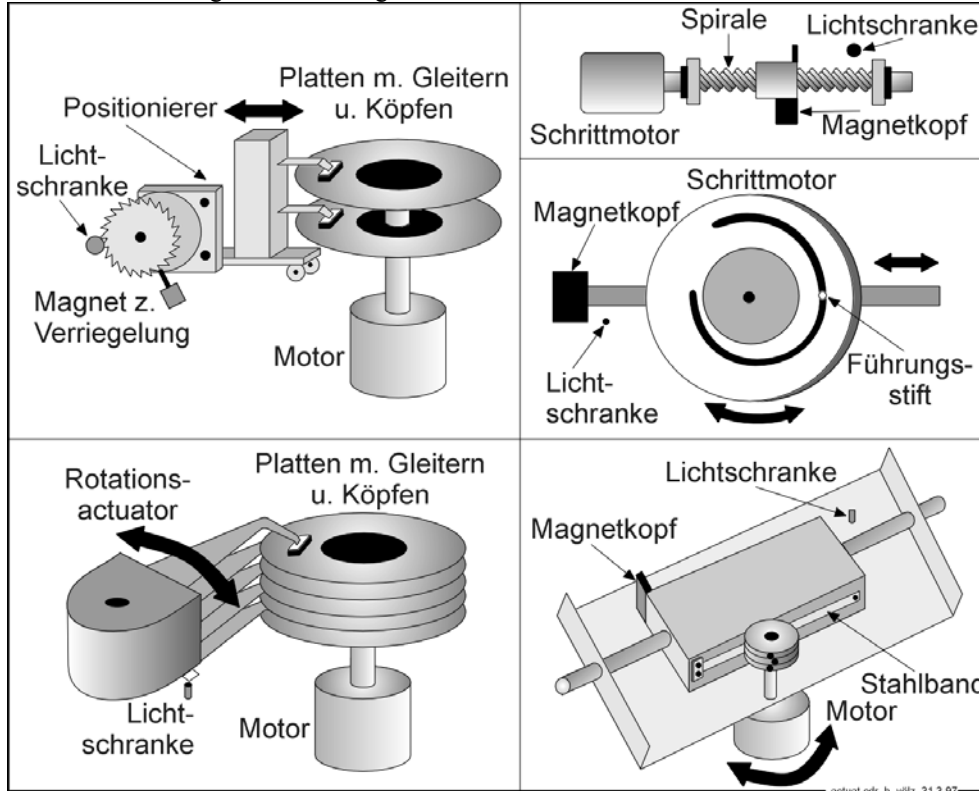
Schließlich wurden die Antriebsmotoren in das Innere des Plattenstapes verlagert. Dazu waren spezielle Konstruktionen notwendig (nächst Seite unten).



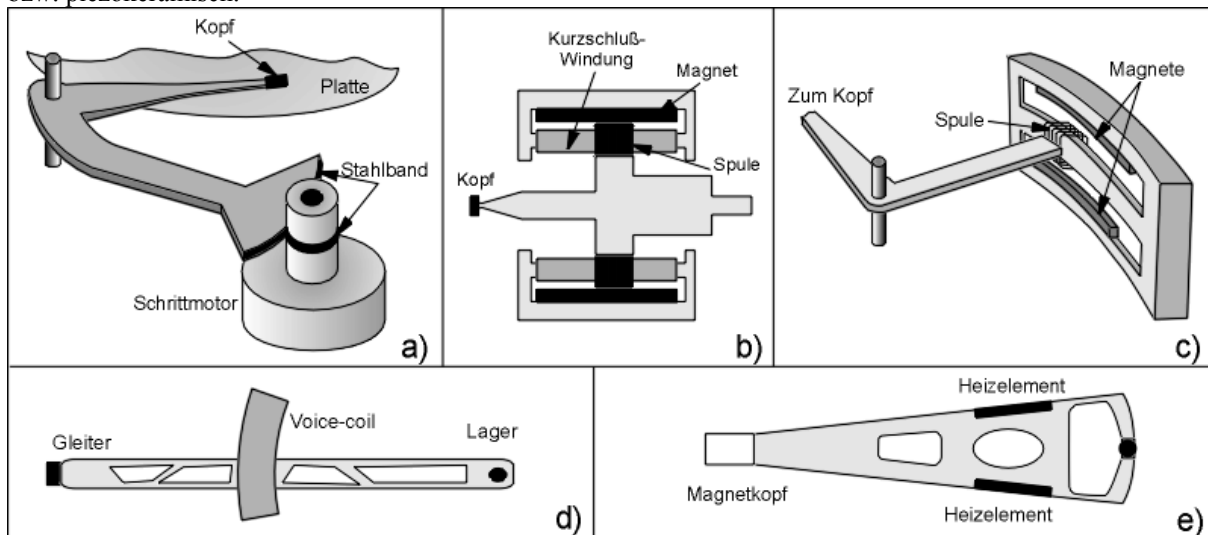
Die Bewegung der Köpfe erfolgt durch Actuatoren (links)



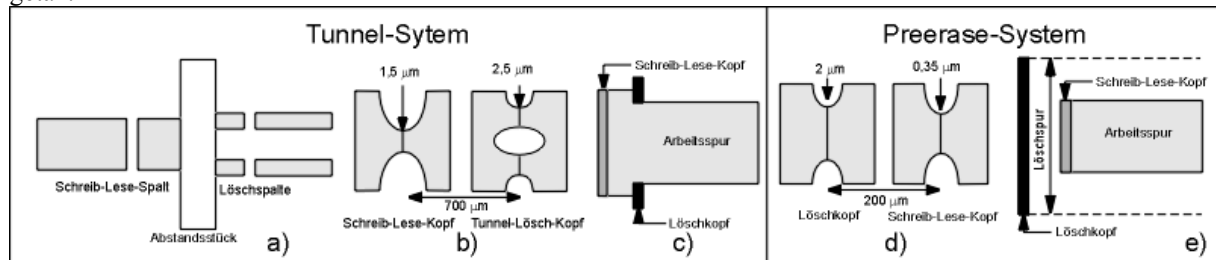
Weiter Entwicklungen faßt das folgende Bild zusammen.



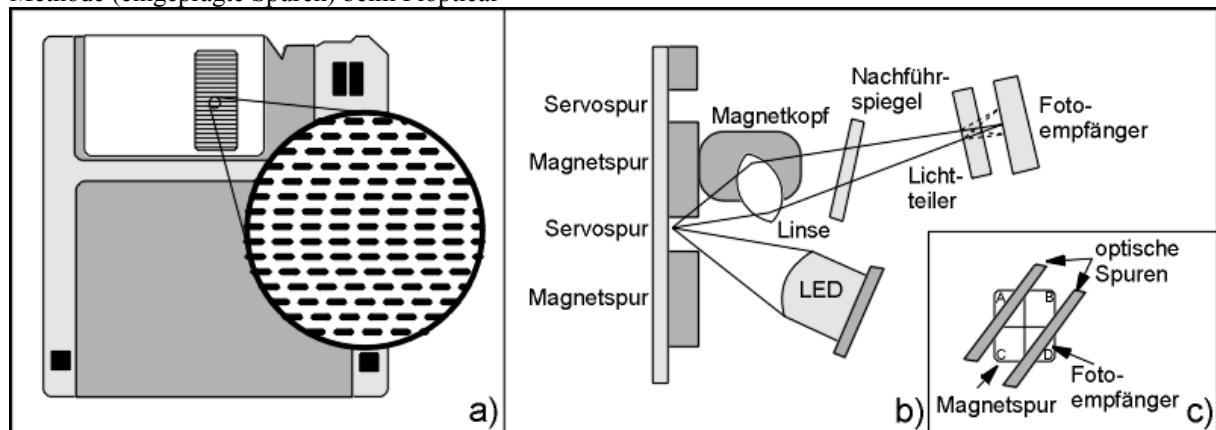
Doch diese Prinzipien reichten noch nicht aus. Wichtig geworden sind b) und c). Eine Entscheidung zwischen beiden ist trotz langem theoretischen Streit bis heute nicht gefallen. Die Voicecoil d) ist heute eine Ausnahme ebenso das Stahlband a). Wichtig sind jedoch auf den Armen zusätzliche individuelle Feinjustagen thermisch bzw. piezokeramisch.



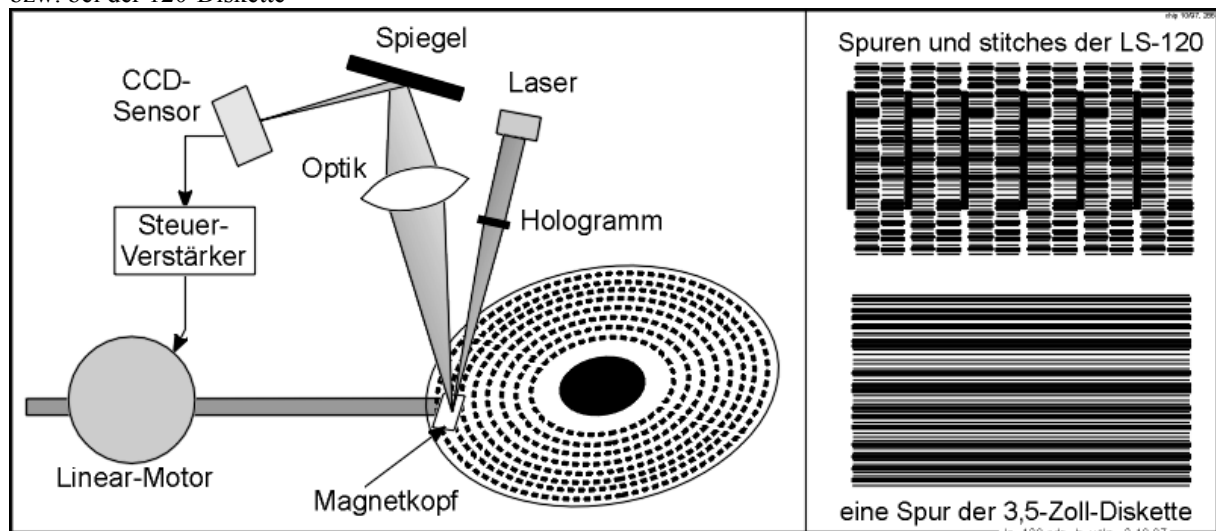
Für die Spurwiederfindung und Vermeidung von Störungen alter Aufzeichnungen mit ungleicher Lage ist zumindest bei den Disketten durch schmalere Aufzeichnung (Weglöschen der Seiten = Tunnelkopf) einiges getan.



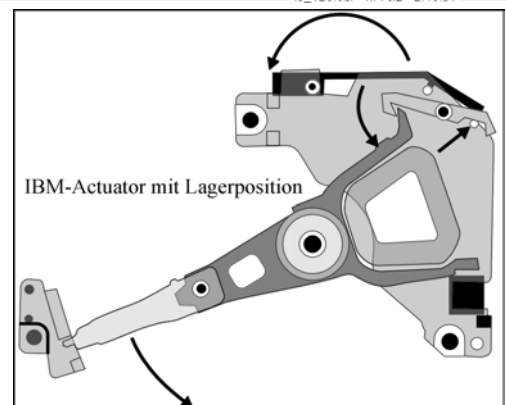
Für die genaue Führung auf der Spur sind eine Vielzahl von Verfahren entwickelt. z. B. die zusätzlich optische Methode (eingeprägte Spuren) beim Floptical

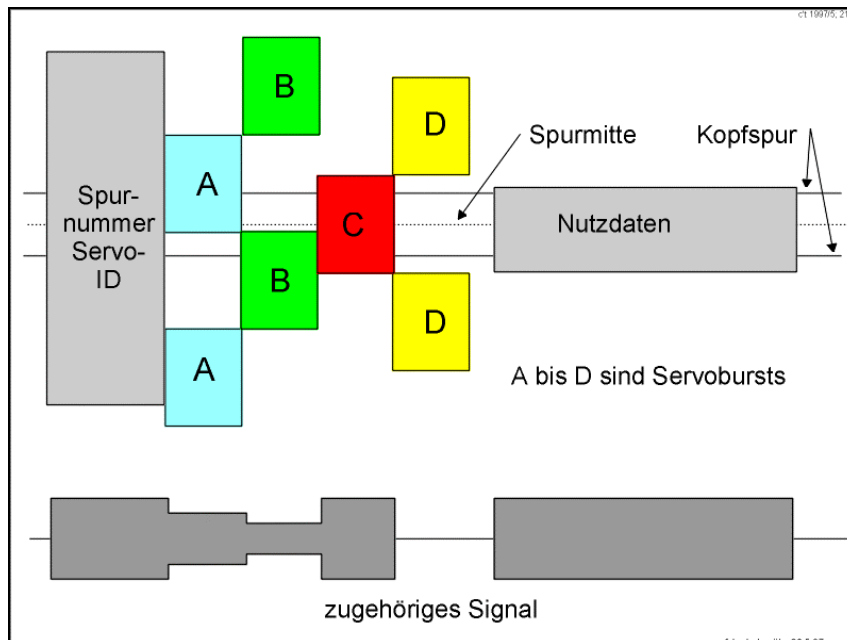


bzw. bei der 120-Diskette

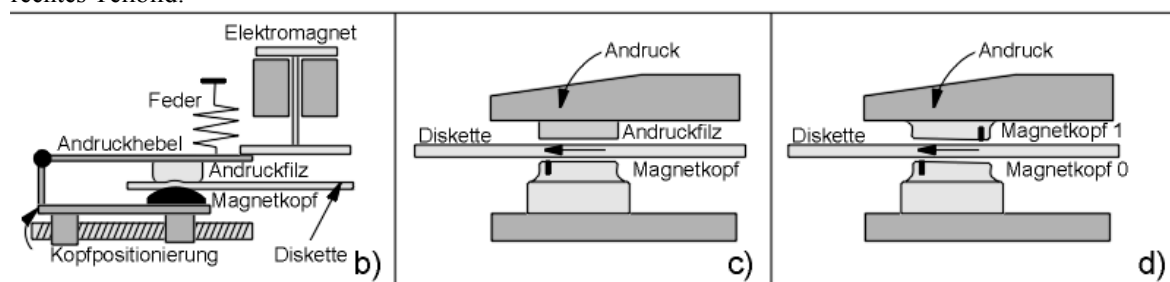


Doch heute hat sich weitgehend das embedded Servo durchgesetzt (bei Festplatten, Zip, QIC-Streamer usw. Siehe nächste Seite). Für die Sicherheit ist zumindest bei Festplatten eine Start-Stop-Lage erforderlich. es in den letzten Jahren beginnt hier eine Auslagerung außerhalb der Magnetschicht, neben der Platte, z.B. bei der extrem kleinen IBM (links).

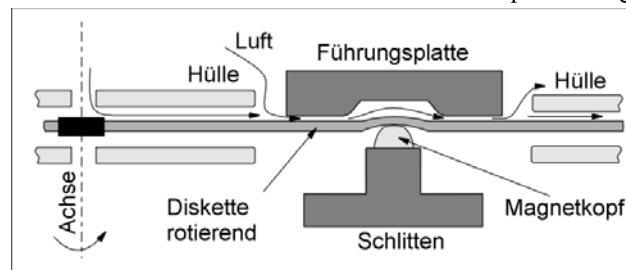




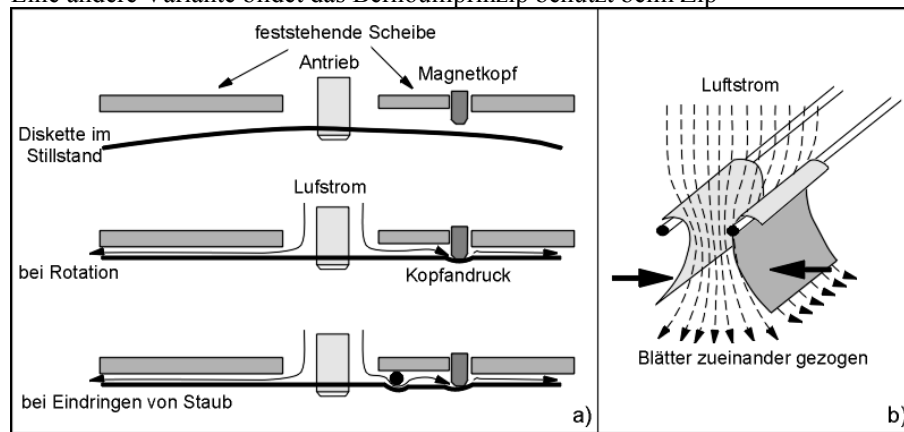
Beim Floppy waren spezielle Lösungen für zwei gegenüberliegende Köpfe erforderlich. Siehe Spaltversatz
rechtes Teilbild.



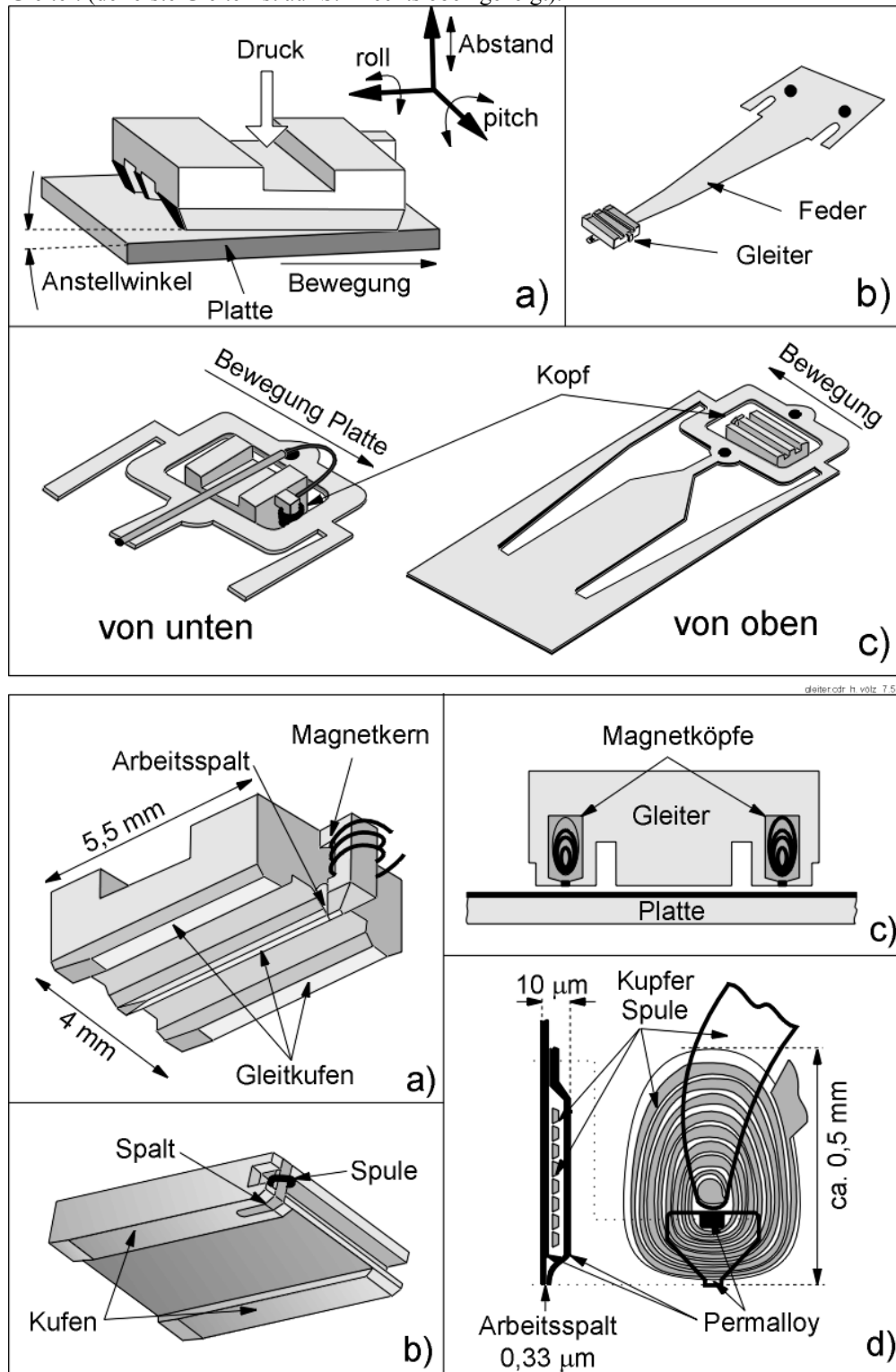
Beim Microfloppy für Mavica wurde der Luftstrom für den besseren Kopfkontakt genutzt



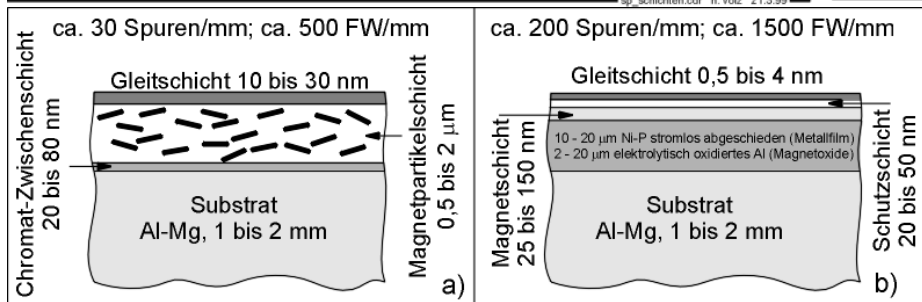
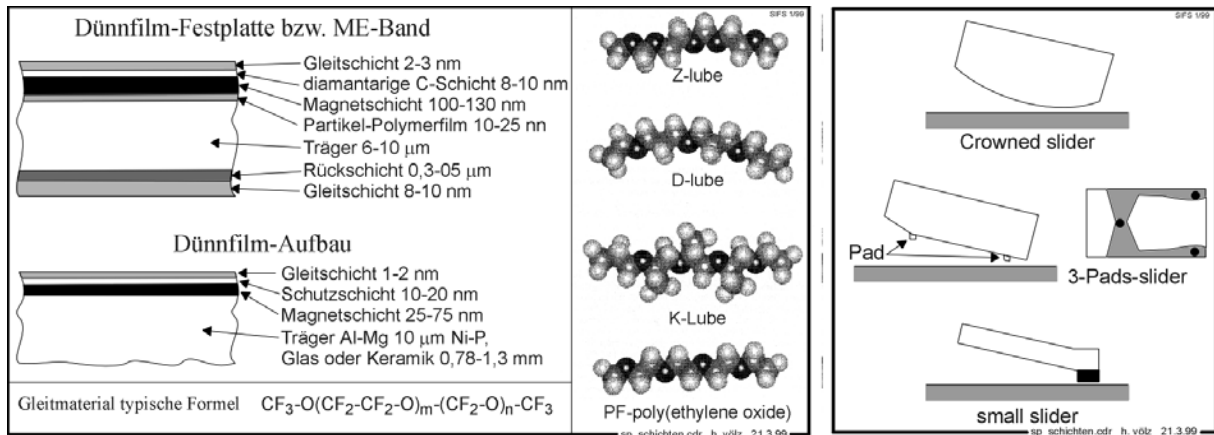
Eine andere Variante bildet das Bernoulliprinzip benutzt beim Zip



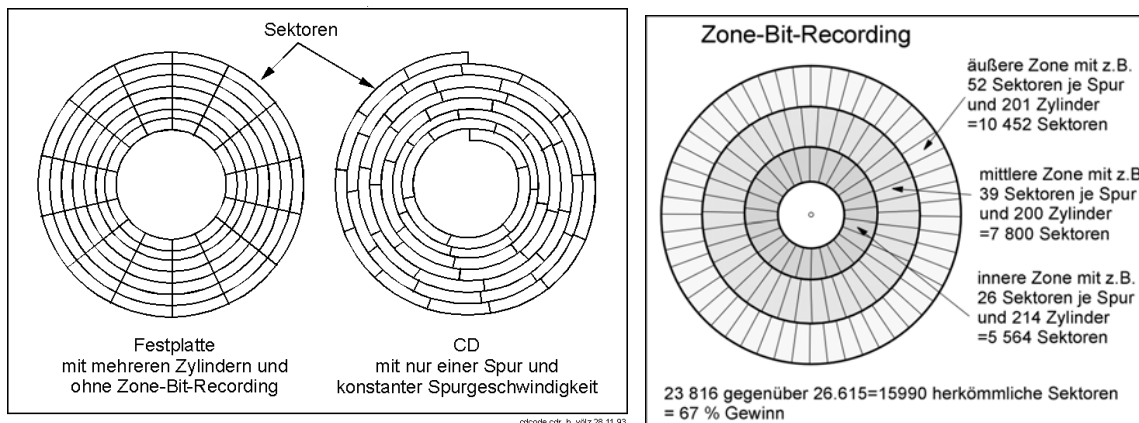
Für die Festplatten muß der Kopf über dem Speichermedium fliegen. Dies erfordert eine komplizierte Aerodynamik und kardanische Aufhängung des Gleiters. Der Kopf ist hierbei nur ein kleines „Anhängsel“ am Gleiter. (der erste Gleiter ist auf S. 4 rechts oben gezeigt).



Das obere Bild zeigt u.a. auch den integrierten Kopf, wie er erstmalig beim IBM 3370 verwendet wurde. Allgemein ist es sehr schwierig über Gleiter etwas zu erfahren. Sie sind wegen des extrem geringen Kopfabstandes praktisch nicht mehr berechenbar, also praktisches know how. Ähnliches gilt für die zusätzlich notwendigen Geleitschichten.

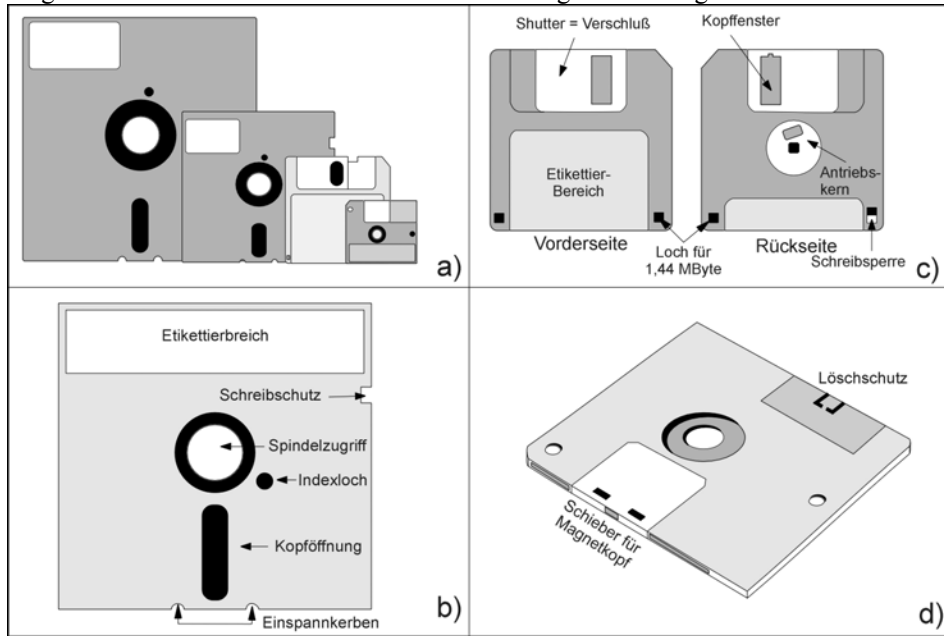


Dies ist ein Bild um 1980 heute sind die Verhältnisse also noch extremer

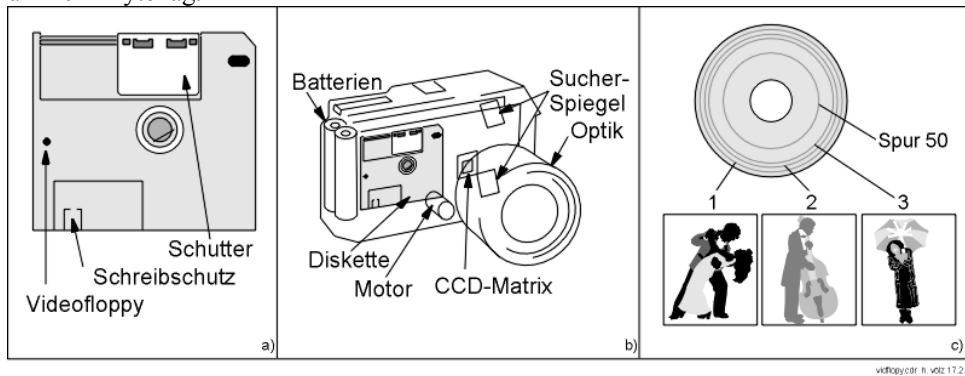


Da zunächst alles auf die innersten Spuren ausgelegt wurde, führte zur besseren Ausnutzung Seagate die Zone-Bit Recording um 1989 ein. Hier leistete die Elektronik genug.

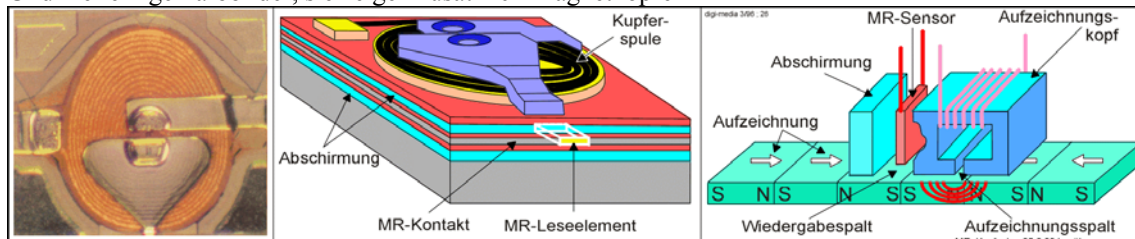
Es gab eine Vielzahl von Disketten. Hier die wichtigsten im Vergleich



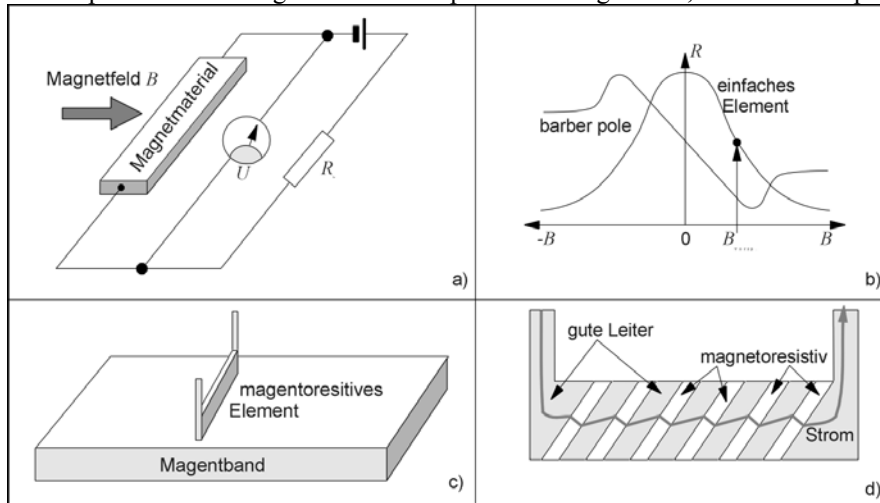
Der kleine Videofloppy für die Mavica (d) hat sich nicht durchsetzen können, obwohl seine digitale Kapazität um 20 MByte lag.



Und hier einige Farbbilder, sie zeigen zusätzlich Magnetköpfe



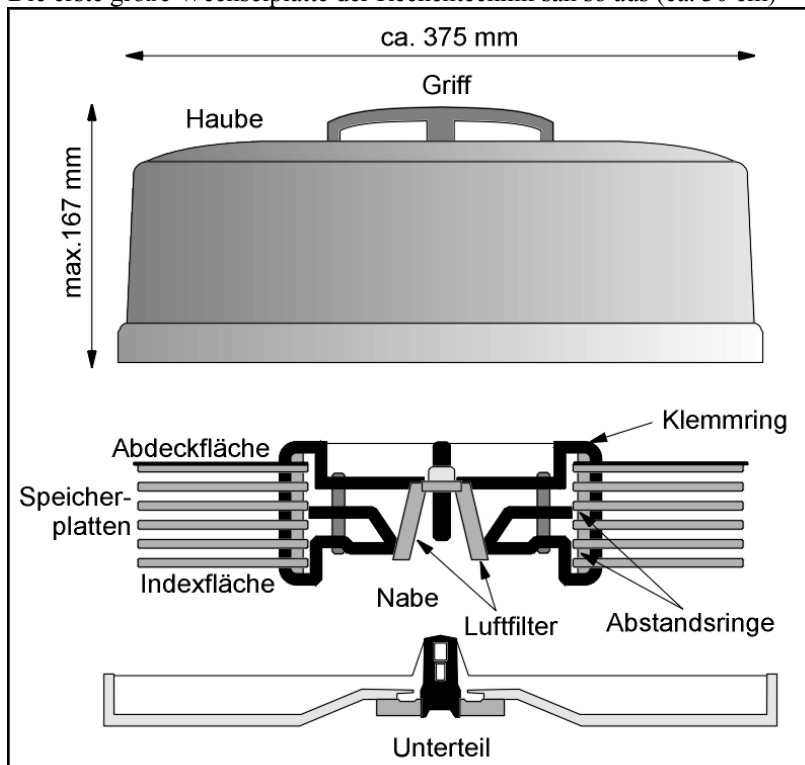
Dabei spielt auch der magnetoresistive Kopf eine wichtige Rolle, hier das Prinzip



Omega hat auch versucht eine extrem kleine Diskette einzuführen. Sie wurde zunächst als n.hand benannt und ist jetzt als veränderte Variante „klik“ verfügbar

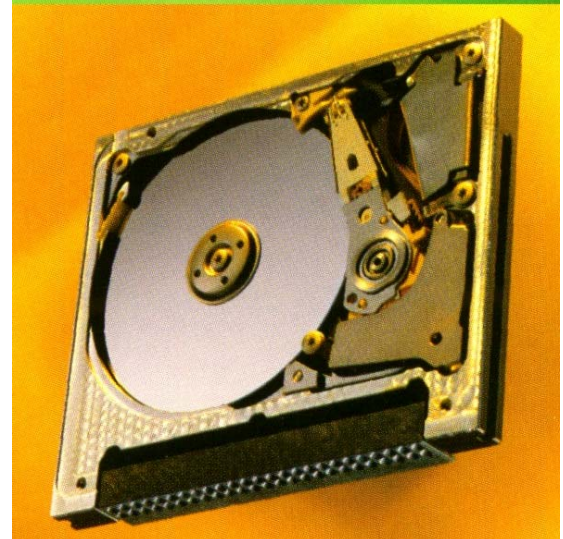
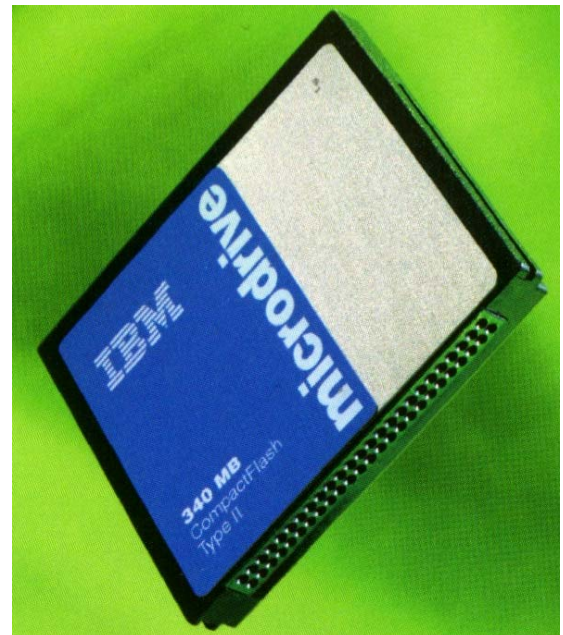
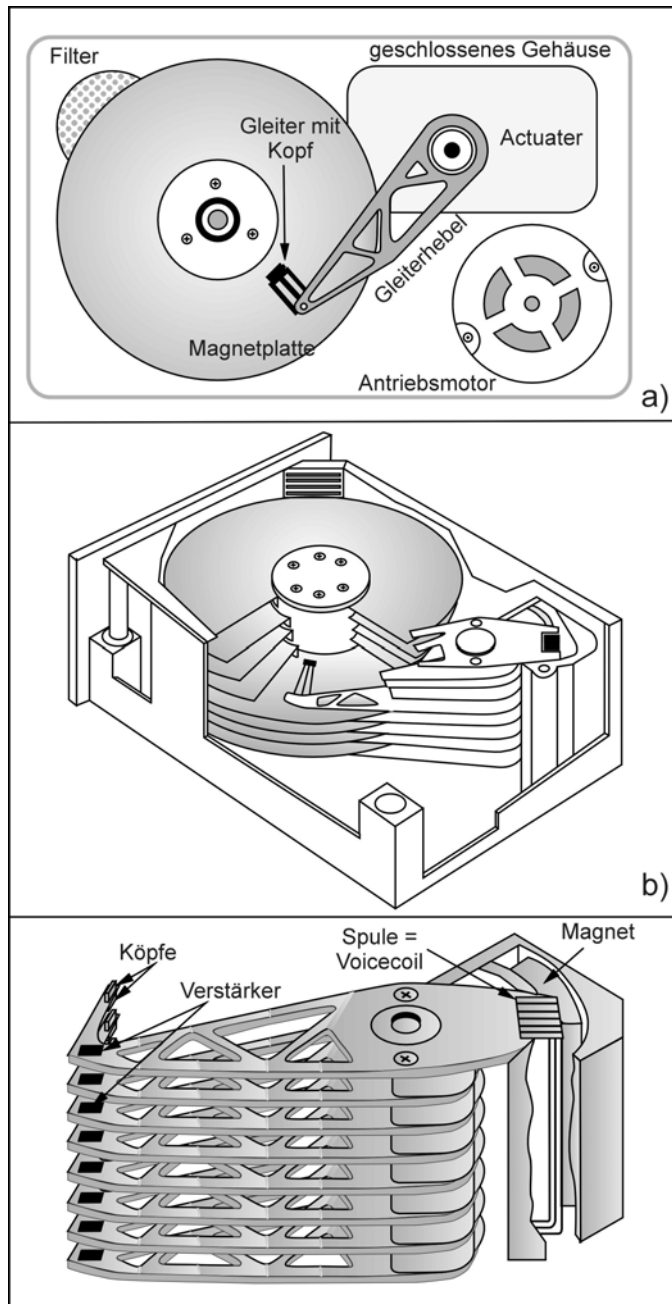


Die erste große Wechselplatte der Rechentechnik sah so aus (ca. 30 cm)



Dann kam um 1973 die erste Winchester-Festplatte (Codename 3030 entspricht einer berühmten Jagdflinte) zur IBM 3340

Unten ist das Hebelsystem mit Actuator, beachte vorne die Gleiter und die Verstärker. daneben die neue extrem



kleine IBM-Festplatte

XMR-Technologien; magnetoresistiver Effekte hat sich die summarische Bezeichnung XMR eingebürgert. Im einzelnen handelt es sich um:

AMR: Die anisotrope Magnetoresistenz beruht darauf, daß der Widerstand für elektrische Ströme parallel und senkrecht zur Magnetisierungsrichtung eines Leitermaterials verschieden ist. In günstigen Fällen liegt die Größe der Variation $\Delta R/R$ bei einigen Prozent. Das macht Stoffe, die einen großen AMR-Effekt zeigen, für Magnetfeldsensoren interessant.

GMR Der Riesenmagnetowiderstand (Giant Magnetoresistance) tritt in nanometerdünnen magnetischen Schichten (z.B. aus Kobalt) die von einer nichtmagnetischen Schicht (z. B. aus Kupfer) getrennt sind. Die maximale, durch ein äußeres Magnetfeld ausgelöste relative Widerstandsänderung in solch einer Sandwichstruktur liegt bei 6 bis 8 % - etwa doppelt so hoch wie beim AMR-Effekt. Durch den Übergang von Sandwichstrukturen zu Vielfachschichten sind Rekordwerte von mehr als 100 % erreicht worden.

TMR: Deutliche Widerstandsänderungen werden auch beobachtet, wenn man den Leiter in der mittleren Schicht einer GMR-Sandwichstruktur durch eine isolierende nichtmagnetische Schicht ersetzt. Damit die Elektronen diese Barriere dennoch überwinden ('durchtunneln') können, muß sie mit weniger als 5 nm - das sind etwa 15 Atomlagen -, äußerst dünn sein. Bei Raumtemperatur wurde damit erstmals 1994 die 'riesige' Widerstandsänderung von $\Delta R/R = 18\%$ an einem Sandwich aus $\text{Fe}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}$ erreicht.

GMR-Elemente sind niederohmig, TMR-Elemente hochohmig. Während der GMR-Effekt durch spinabhängige Streuung zustandekommt, entsteht der TMR-Effekt durch spinabhängiges Tunneln.

CMR: Bei der Untersuchung von Materialien zur Hochtemperatursupraleitung wurde 1993 ein neuer Magnetowiderstandseffekt entdeckt, der wegen seiner enormen Größe ($\Delta R/R$ bis mehrere hundert Prozent) als Colossal Magnetoresistance bezeichnet wird. Starke äußere Magnetfelder von einigen Tesla verändern die Charakteristik bestimmter Materialien - es handelt sich um Stoffe mit Perowskit-ähnlicher

Struktur auf Manganoxid-Basis, zum Beispiel $\text{La}_{0.67}\text{Ca}_{0.33}\text{MnO}_3$ - vom elektrischen Leiter zu einem Isolator. Bei Metallen mit sehr schmalen Leitungsband ist ein äußeres Magnetfeld im Prinzip stark genug, die Energiebänder so zu beeinflussen, daß die Streuung der den Strom tragenden Leitungselektronen stark abnimmt, und entsprechend der elektrische Widerstand. Während es sich beim GMR und TMR um Grenzflächeneffekte des Spintransports handelt, ist der CMR ein Volumeneffekt, also eine charakteristische Eigenschaft bestimmter Festkörper. Aufgrund der starken Magnetfelder, ein Faktor Tausend gegenüber GMR und TMR, ist an eine Anwendung für die Speichertechnik derzeit nicht zu denken.

Und nun noch ein paar Verkaufsdaten

